



## (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년03월11일

(11) 등록번호 10-1373828

(24) 등록일자 2014년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C23C 16/455 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0031718

(22) 출원일자 2007년03월30일

심사청구일자 2012년03월30일

(65) 공개번호 10-2007-0100120

(43) 공개일자 2007년10월10일

(30) 우선권주장

11/278,700 2006년04월05일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP63045374 A

(73) 특허권자

아이스트론 인코포레이티드

미국 캘리포니아 94089, 서니밸리, 칼스타드트 드 라이브 1139

(72) 발명자

달톤, 제레미, 제이.

미국 95131 캘리포니아 샌어제이 웨인 써클 1722

카립, 엠. 지아울

미국 95121 캘리포니아 샌어제이 맥안 코우트

2820

론더건, 앤나 알.

미국 95051 캘리포니아 산타클라라 파체코 스트리트 1448

(74) 대리인

특허법인 남앤드남

심사관 : 함중현

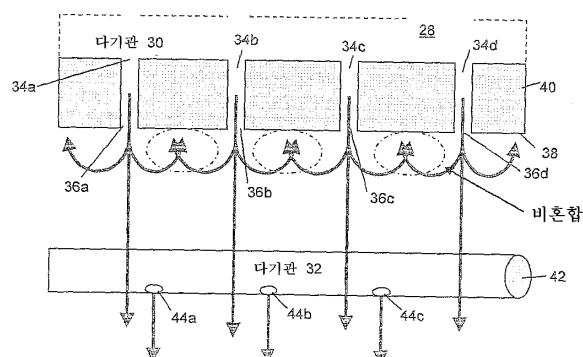
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 규일한 가스 전달을 반응기에 제공하기 위한 방법 및 장치

## (57) 요약

가스 공급 오리피스 배열체들 중 적어도 하부의 가스 공급 오리피스 배열체가 가스 공급 오리피스 배열체들 중 상부의 가스 공급 오리피스 배열체와 피가공재 증착 표면 사이에 위치되도록 피가공재 증착 표면을 향해 가스 공급 오리피스 배열체로부터 가스 유동 방향에 의해 형성되는 축선을 따라서 서로 배열되는 두 개 이상의 별개의 가스 공급 오리피스 배열체를 구비하는 반응기용 가스 분배 시스템에 관한 것이다. 가스 공급 오리피스 배열체들 중 상부의 가스 공급 오리피스 배열체 내의 오리피스는 가스 공급 오리피스 배열체들 중 상부의 가스 공급 오리피스 배열체와 피가공재 증착 표면 사이 거리의 평균 0.2 내지 0.8 배로 이격될 수 있지만, 가스 공급 오리피스 배열체들 중 하부의 가스 공급 오리피스 배열체 내의 오리피스는 상기 가스 공급 오리피스 배열체들 중 상부의 가스 공급 오리피스 배열체와 상기 피가공재 증착 표면 사이 거리의 평균 0.1 내지 0.4 배로 이격될 수 있다.

## 대표도 - 도2



**특허청구의 범위**

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

### 청구항 33

삭제

### 청구항 34

삭제

### 청구항 35

삭제

### 청구항 36

가스를 반응기 내로 도입하는 방법으로서,

제 1 시구간(time interval) 동안, 제 1 가스 소스 오리피스 배열체로부터 피가공재 표면으로의 가스 유동에 의해 형성되는 축선을 따라 상기 피가공재 표면으로부터 제 1 거리로 배치되는 상기 제 1 가스 소스 오리피스 배열체로부터 반응기 내로 퍼지 가스를 유동시키면서, 상기 제 1 가스 소스 오리피스 배열체와 유체 결합하지 아니하며 상기 가스 유동에 의해 형성되는 축선을 따라 상기 제 1 가스 소스 오리피스 배열체와 유체 결합하지 아니하며 상기 가스 유동에 의해 형성되는 축선을 따라 상기 피가공재 표면으로부터 제 2 거리로 배치되는 제 2 가스 소스 오리피스 배열체로부터 반응기 내로 제 1 반응 전구체를 유동시키는 단계로서, 상기 제 2 거리는 상기 제 1 거리보다 짧은, 제 1 시구간 동안 제 1 가스 소스 오리피스 배열체로부터 반응기 내로 퍼지 가스를 유동시키면서 제 2 가스 소스 오리피스 배열체로부터 반응기 내로 제 1 반응 전구체를 유동시키는 단계;

제 2 시구간 동안, 상기 반응기를 비우면서 상기 제 1 및 제 2 가스 소스 오리피스 배열체들로부터 상기 반응기 내로 퍼지 가스를 유동시키는 단계;

제 3 시구간 동안, 상기 제 2 가스 소스 오리피스 배열체를 통해 상기 반응기 내로 퍼지 가스를 유동시키면서 상기 제 1 가스 소스 오리피스 배열체를 통해 상기 반응기 내로 제 2 반응 전구체를 유동시키는 단계; 및

제 4 시구간 동안, 상기 반응기를 비우면서 상기 제 1 및 제 2 가스 소스 오리피스 배열체들로부터 상기 반응기 내로 퍼지 가스를 유동시키는 단계; 를 포함하는,

가스를 반응기 내로 도입하는 방법.

### 청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 제 2 반응 전구체는 약한 포화 원자 층 증착 반응(soft saturating atomic layer deposition half reaction)과 관련되며,

상기 제 1 반응 전구체는 강한 포화 원자 층 증착 반응(strong saturating atomic layer deposition half reaction)과 관련되는,

가스를 반응기 내로 도입하는 방법.

### 청구항 38

제 36 항에 있어서,

상기 제 1 가스 소스 오리피스 배열체는 평면 가스 오리피스 배열체인,

가스를 반응기 내로 도입하는 방법.

### 청구항 39

제 36 항에 있어서,

상기 제 1 반응 전구체는 상기 제 2 가스 소스 오리피스 배열체를 통해 상기 반응기 내로 도입될 때 캐리어 가

스를 동반하는,  
가스를 반응기 내로 도입하는 방법.

#### 청구항 40

제 36 항에 있어서,  
상기 제 2 반응 전구체는 상기 제 1 가스 소스 오리피스 배열체를 통해 상기 반응기 내로 도입될 때 캐리어 가스를 동반하는,  
가스를 반응기 내로 도입하는 방법.

#### 청구항 41

제 36 항에 있어서,  
상기 제 1 반응 전구체 및 상기 제 2 반응 전구체는 모두, 각각 상기 제 2 가스 소스 오리피스 배열체 및 상기 제 1 가스 소스 오리피스 배열체를 통해 상기 반응기 내로 도입될 때 캐리어 가스를 동반하는,  
가스를 반응기 내로 도입하는 방법.

### 명세서

#### 발명의 상세한 설명

##### 발명의 목적

##### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0010] 본 발명은 원자 층 증착용 가스 분배 시스템, 또는 기상 전구체가 상류방향 공급원으로부터 기판 위의 반응 공간으로 수송되는 화학 증착 처리 시스템에 관한 것이다.
- [0011] 가스의(기상) 화학 전구체로부터 고형 기판 상으로의 박막 고형 필름의 화학 증착은 반도체 제조, 자성 데이터 저장, 나노테크놀로지 등을 포함하는 다수의 분야에서 매우 중요하다. 특히, 원자 층 증착(ALD) 및 화학 증착(CVD) 공정은 유전체 및 금속 필름 모두를 반도체 기판 상에 증착시키는데 일반적으로 이용된다. 점점, 이러한 분야는 증착되는 필름의 기판 전체에 걸친 두께 균일성 및 다중 기판 상에서의 이러한 두께의 반복성에 있어서 엄격한 기준을 충족시킬 필요가 있는 동시에, 전반적인 제조 공정에서 병목현상이 생기지 않도록 높은 필름 증착률을 제공하기 위한 공정 장비가 필요하다.
- [0012] 이러한 요구조건을 충족시키기 위해서, CVD 및 ALD 장비에 있어, 증기 전구체의 기판으로의 풀렉스(flux)가 엄격히 제어되어 형성되어야만 한다. 종종, 원하는 필름을 형성하기 위해서 반응하여, 정화하고 제어 가능한 방식으로, 모두 기판으로 전달되어야만 하는 다중 가스 전구체가 있을 수 있다. 일부 경우에, 이러한 다중 전구체를 반응 챔버에 도입시키기 전에 서로 혼합시키는 것이 유리하다. 다른 경우에, 임의의 원하지 않은 조기 반응을 방지하기 위해서 전구체가 기판과 접촉할 때 까지 서로 고립시켜 유지시키는 것이 바람직 할 수 있다.
- [0013] 일반적으로, 반응 챔버 내측으로의 균일한 전구체 유동은 가스 공급원과 기판 사이에 다수의 소형 구멍(소위, 샤워헤드)을 구비한 평판을 제공함으로써 시도된다. 이러한 축-대칭 가스 유동을 기판을 향해 제공하기 위한 장비는 드보어(deBoer) 등에 의한 미국 특허 제 4,798,165 호에 일찍이 기재되어 있다. 확산 판 또는 샤워헤드는 일부 구멍이 하나의 전구체를 도입시키는데 이용되고, 다른 구멍은 다른 전구체를 도입시키도록 이용되도록 분리된 영역을 갖는다. 이에 따라, 전구체는 분리되어 유지되어, 전구체가 기판에 인접한 반응공간에 유입되기 전에는 혼합되지 않는다.
- [0014] 이러한 샤워헤드는 살바도르 피. 유모토이(Salvador P.Umotoy)의 미국 특허 출원 제 2006-0021703 호에 기재되어 있다. 디자인에서, 샤워헤드 면판은 다수의 가스 통로를 구비하여 복수의 가스를 혼합되지 않은 채 공정 영역으로 제공한다. 가스 분배 다기관 조립체는 상이한 가스가 면판 내의 여러 가스 구멍에 제공되도록 연결된다.
- [0015] 가스가 분배 판으로부터 유출되어 공정 영역으로 유입될 때까지 가스를 분리 통로 내에서 유지시키기 위한 다른 디자인이 미국 특허 제 5,595,606 호에 기재되어 있다. 샤워헤드는, 가스가 분배 판으로부터 유출되어 공정 영역으로 유입될 때까지 두 개의 가스를 분리 통로 내에서 표면상으로 유지시키는 다중 블록 적층부(multiple

block stack)를 포함한다.

[0016] 전술된 종류의 샤워헤드는 ALD 및 CVD 내에 이용되는 여러 가스의 분리를 유지시키는 것을 취지로 하지만, 본 발명의 발명자들은 인접한 구멍을 통해 유동하는 상이한 전구체의 상대적인 유동률이 잘 디자인되지 않는다면, 순환이 구멍들 사이에서 샤워헤드 면판을 따라서 발생할 수 있는 점을 관찰했다. 도 1에는 이러한 상태가 도시되어 있다. 일반적으로 "12" 및 "14"로 표시되는 두 개의 개별 가스 다기관을 구비하는 샤워헤드 장치(100)가 절단면도로 도시되어 있다. 상부 다기관(12)은 가스 통로(16a, 16b)를 포함하며, 상기 가스 통로는 샤워헤드(10)의 면판(20) 내의 구멍(18a, 18b)을 통해 유출하는 다기관(12) 내의 가스를 위한 수단을 제공한다. 유사하게, 하부 다기관(14)은 가스 통로(22a, 22b)를 포함하며, 상기 가스 통로는 면판(20) 내의 구멍(24a, 24b)을 통해 유출하는 다기관(14) 내의 가스를 위한 수단을 제공한다.

[0017] 도시된 바와 같이, 상이한 전구체 가스의 순환은 상이한 다기관(12, 14)과 관련되는 구멍들 사이의 샤워헤드 면판(20)을 따라서 발생하는 것으로 공지되어 있다. 전구체의 원하지 않는 혼합은 이들 사이에 불필요한 반응을 야기할 수 있으며 근접하여 기판 상에 필름 균일성을 감소시킬 수 있다. 게다가, 다중 영역이 단일 샤워헤드 내에 존재하는 경우에, 상이한 영역의 출구 구멍들 사이의 공간은 유동 균일성을 위해 필요한 구멍의 수 및 크기에 의해 속박된다.

[0018] 이러한 샤워헤드 디자인이 갖는 다른 문제점은 두 개의 전구체들 사이의 온도 차를 유지하는 것이 어렵거나 불가능하다는 점이며, 이는 두 개의 전구체들이 면판(20)에 도달하기 전에 동일한 고형 판(26)을 통해 유동하기 때문이다. 다수의 경우에, 전구체가 기판 표면에서 반응할 때까지 전구체를 상이한 온도로 유지시키는 것이 바람직할 수 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0019] 따라서, 필요한 것은 통상적인 샤워헤드의 이러한 한계를 극복하는 가스 분배 시스템을 제공하는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

[0020] 본 발명의 실시예는 피가공재 증착 표면을 향하는 가스 공급 오리피스로부터 가스 유동 방향에 의해 형성되는 축선을 따라서 서로 변위되는 두 개 이상의 별개의 다수 공급 오리피스를 구비하여 가스 공급 오리피스 배열체들 중 적어도 하부의 가스 공급 오리피스 배열체가 가스 공급 오리피스 배열체들 중 상부의 가스 공급 오리피스 배열체와 피가공재 증착 표면 사이에 위치된다. 상부의 가스 공급 오리피스 배열체(또는 하부의 가스 공급 오리피스 배열체)에서 피가공재 증착 표면의 정확한 거리는 각각의 배열체에서의 개별 오리피스의 형상 및 각각의 배열체에 있어서 가스 유동률을 포함하는 요인에 의해 좌우된다. 대체로, 오리피스 배열체는 반응기 내에 위치되어 피가공재 표면을 가로질러 상대적으로 균일한 증착은 증착될 특정 층에 있어서 필요한 가스 및 유동률을 이용하여 달성된다. 피가공재 표면으로부터의 거리 이외에, 각각의 배열체의 개별 오리피스들 사이의 공간은 증착되는 층의 특징과 특성에 영향을 미친다. 따라서, 가스 공급 오리피스 배열체의 상부의 가스 공급 오리피스 배열체 내의 오리피스는 가스 공급 배열체의 상부의 가스 공급 오리피스 배열체와 피가공재 증착 표면 사이 거리의 평균 0.2 내지 0.8 배로 이격될 수 있지만, 가스 공급 오리피스 배열체의 하부의 가스 공급 오리피스 배열체 내의 오리피스는 가스 공급 오리피스 배열체의 상부의 가스 공급 오리피스 배열체와 피가공재 증착 표면 사이 거리의 0.1 내지 2 배로 이격될 수 있다.

[0021] 가스 공급 오리피스 배열체의 상부의 가스 공급 오리피스 배열체는 면판을 가로질러 대체로 균일한 분포의 오리피스를 구비하는 평면 샤워헤드일 수 있다. 가스 공급 오리피스 배열체의 하부의 가스 공급 오리피스 배열체는 평면 샤워헤드의 반경에 대해 축선 대칭으로 분포되는 하나 이상의 도관을 포함할 수 있다. 예를 들어, 가스 공급 오리피스 배열체의 하부의 가스 공급 오리피스 배열체는 축선방향으로 중심이 형성된 공급 도관으로부터 인도되는 다수의 스포크 도관(spoke conduit)을 포함할 수 있으며, 각각의 스포크 도관은 가스 공급 오리피스 배열체의 상부의 가스 공급 오리피스 배열체와 피가공재 증착 표면 사이 거리의 평균 0.1 내지 2 배로 이격되어 있는 다수의 개별 오리피스를 포함한다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예는 제 1 가스 공급 오리피스 배열체로부터 피가공재의 표면으로의 가스 유동에 의해 형성되는 축선을 따라서 피가공재의 표면으로부터 제 1 거리로 배치되는 제 1 가스 공급 오리피스 배열체로부터 퍼지 가스를 유동시키면서, 제 1 가스 공급 오리피스로부터 분리되고 가스 유동에 의해 형성되는 축선을 따라서 피가공재의 표면으로부터 제 2 거리로 배치되는 제 2 가스 공급 오리피스 배열체로부터 제 1 반응 전구체를 반응기 내측으로 유동시킴으로써 반응기 내측으로 가스를 도입시키며, 상기 제 2 거리는 상기 제 1 거리

사이이다. 적합한 시간에, 제 2 가스 공급 배열체로부터 제 1 반응 전구체의 유동은 정지될 수 있어서 퍼지 가스가 하나 이상의 제 1 가스 공급 오리피스 배열체 및 제 2 가스 공급 오리피스 배열체로부터 반응기 내측으로 유동된다. 제 1 반응 전구체의 미사용 부분이 반응기로부터 회수될 때, 제 2 반응 전구체는 퍼지가스를 제 2 가스 공급 오리피스 배열체를 통해 반응기 내측으로 유동시키면서 제 1 가스 공급 오리피스 배열체를 통해 반응기 내측으로 유동될 수 있다. 그 후, 제 1 가스 공급 배열체로부터의 제 2 반응 전구체의 유동은 정지될 수 있으며, 제 2 반응 전구체의 미사용 부분은 퍼지 가스를 하나 이상의 제 1 가스 공급 오리피스 배열체와 제 2 가스 공급 오리피스 배열체로부터 반응기 내측으로 유동시키면서 회수된다. 이러한 주기는 반응기 내의 기관 상에 필름을 형성하기 위해서 필요한 바와 같이 반복될 수 있다.

[0023] 전술된 바와 같은, ALD 공정으로의 적용에도 불구하고, 본 발명은 하기에 더 기재되는 바와 같은 CVD 및/또는 펠스화-CVD 작동으로 유용할 수도 있다.

[0024] 본 발명은 이에 제한되는 것은 아니며, 첨부 도면을 참조하여 예로서 설명된다.

[0025] 기상 전구체 또는 다른 가스(예를 들어, 불활성 캐리어 가스)가 상류방향 공급원으로부터 기관 위의 반응 공간으로 이송되는, ALD, CVD 및/또는 다른 처리 시스템용 가스 분배 시스템이 본원에 기재되어 있다. 과거의 이러한 분배 시스템과는 달리, 본 발명의 분배 시스템은 두 개의 이상의 물리적으로 분리되는 가스 공급 오리피스로 구성된다. 즉, 본 발명의 실시예에는 가스 공급 오리피스를 오리피스로부터 표면으로의 가스 통로의 축선을 따라서 기관의 표면으로부터 상이한 배치로 제공한다. 상이하게 보이는, (가스 또는 전구체를 각각의 오리피스에 개별적으로 제공하도록 구성되는 공통 다기관에 의해 공급될 수 있는)가스 공급 오리피스는 오리피스와 기관 사이에서 이동하는 가스용 통로를 형성하는 축선을 따라서 서로 분리된다.

[0026] 본 발명의 실시예는 전구체가 기관에 매우 인접하게 될 때까지 반응 전구체의 물리적 및 열적 분리를 제공한다. 이는 샤워헤드의 면판을 따라서 원하지 않는 반응을 방지할 뿐만 아니라, 개개의 전구체가 전구체 개개의 최적 온도에서 전달되게 하기도 한다. 게다가, 본 발명에 따라 구성되는 시스템은 기학 속박으로부터 독립적이며 각각의 전구체에 있어서 가스 유동 다기관을 디자인하는 데 있어 보다 큰 유연성을 제조업자에게 제공한다.

[0027] 도 2에 있어서, 본 발명의 실시예에 따라서 구성되는 가스 분배 시스템(28)의 예가 도시되어 있다. 본 도면은 두 개의 다기관(또는 본 원에 종종 지칭되는 바와 같은 가스 공급 오리피스 배열체)을 구비한 가스 분배 판을 도시하지만, 본 발명은 이러한 시스템에 제한되는 것이 아님을 주목해야한다. 임의의 수의 상기 다기관이 이용될 수 있다. 일부 경우에, 가스 분배 시스템은 단일 평면(도 1에 도시된 시스템의 경우와 같음) 내에 배치되는 다중 가스 오리피스를 가지며, 게다가 (아래에 전술되는 바와 같은) 여러 평면 내에 배치되는 다른 가스 오리피스를 갖는다. 다른 경우에, 가스 주입의 축선을 따라서 서로 분리되어 배치되는 세 개 이상의 상기 오리피스 배열체가 제공될 수 있다. 따라서, 서로 변위되는 두 개의 상기 배열을 이용하는 시스템의 설명은 본 발명에서 구체화되는 개념을 설명하기 위한 것이며, 이러한 배열로 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0028] 도 2는 일반적으로 "30" 및 "32"로 지칭되는 두 개의 개개 가스 다기관을 구비한 가스 분배 시스템(28)의 절단면도이다. 상부 다기관(30)은 가스 통로(34a 내지 34d)를 포함하며, 상기 가스 통로는 다기관(30) 내의 가스를 분배 판(40)의 면판(38) 내의 구멍(36a 내지 36d)을 통해 유출시키기 위한 수단을 제공한다. 하부 다기관(32)은 대체로 원통형 가스 통로(40)를 포함하며, 상기 가스 통로는 다기관(32) 내의 가스를 구멍(44a 내지 44c)을 통해 유출시키기 위한 수단을 제공한다.

[0029] 물론, 개개의 다기관은 이러한 도시된 구성에 제한되지 않으며, 대체로, 임의의 편리한 구성은 기관에 인접한 반응 공간 내에 원하는 가스 분배 프로파일을 달성하는데 이용될 수 있다. 따라서, 평면, 곡선형, 주름형, 원통형 또는 다른 다기관/분배 장치가 이용될 수 있다. 예를 들어, 상부 다기관(30)의 면판(38)은 도면으로 도시된 바와 같은 평면(상대적으로 평면인) 표면일 필요는 없다. 게다가, 면판(38)은 평면이든지 아니든지 관계없으며, 평면일 필요는 없다. 대신에, 본 발명의 여러 실시예에서 곡선형(예를 들어, 상대적으로 오목하거나 상대적으로 볼록한)면판(38)용 특정 분야를 발견할 수 있다.

[0030] 하부 다기관(32)은 원통형 가스 통로 외의 다른 형태일 수 있다. 예를 들어, 하부 다기관은 상대적으로 평면 확산 판일 수 있다. 이와 달리, 하부 다기관(32)은 (하기에 더 기재되며 다음 도면에 도시되는 바와 같은)자동차 바퀴의 스포크와 유사한 일련의 반경방향으로 돌출하는 실린더일 수 있다. 일부 경우에, 개별 스포크형 오리피스 배열체는 상이한 길이 및/또는 직경으로 형성될 수 있으며 원하는 가스 유동을 기관에 제공하기 위해서 배열된다. 스포크형 배열체는 서로 독립적일 수 있으며 또는 방위각으로 지향되거나 코드 형 부재 및/또는 가스 공급 오리피스 배열체를 통해 서로 연결될 수 있다.

- [0031] 일부 경우에, 하부 다기관(32) 및 상부 다기관(30)의 거리는 조절가능할 수 있다. 예를 들어, 하부 다기관(32)은 상부 다기관(30)의 면판(38)으로부터 원하는 거리에서 하부 다기관을 설정하기 위해서 제어기의 제어 하에 작동하는 하나 이상의 텔레스코핑(예를 들어, 공기압식 또는 유압식) 지지부에 의해 상부 다기관(30) 아래에 현수될 수 있다. 이와 달리, 다기관들 사이의 분리 거리를 조절하는 다른 수단 또는 지지부가 수동적으로 구성될 수 있다. 여러 CVD 및/또는 ALD 공정은 기판 상에 원하는 중착 특성을 달성하기 위해서 다기관들 사이에 이러한 여러 공간을 필요로 할 수 있다.
- [0032] 조절가능한지 아니든지 간에, 상부 다기관과 하부 다기관 사이의 최적 거리는 내부에 존재하는 개개의 오리피스 특성에 의해 좌우될 수 있다. 따라서, 광범위한 분야를 수용하기 위해서, 본 발명은 하나 또는 둘 모두의 다기관 내에 다른 형태의 오리피스의 이용을 포함한다. 일부 오리피스는 대체로 원통형 단면일 수 있지만, 다른 오리피스는 보다 깔대기(funnel)형 단면일 수 있어서 원통형 단면을 갖는 오리피스를 이용하여 달성될 수 있는 것 보다 가스 잔여 오리피스의 보다 넓은 분산을 제공한다. 처리되는 폐가공재의 표면에서 원하는 가스 분배 프로파일을 제공하도록 조절될, 각각의 개별 다기관 내의 구멍의 수가 너무 많을 수 있다. 다기관 중 하나 또는 두 개의 다기관의 여러 반경방향 영역 내에 오리피스 형태 및 수의 상이한 구성은 기판의 전체 표면을 가로질러 상대적으로 균일한 중착률을 제공할 수 있다. 개개의 오리피스는 횡단면으로, 원형, 직사각형, 사각형, 삼각형 등일 수 있다.
- [0033] 상이한 형태의 이러한 여러 구성의 오리피스는 본 발명에서 중요하지 않지만, 전구체 가스의 원하지 않는 교차 혼합을 방지하면서 전체 기판 표면을 가로질러 실질적으로 균일한 중착을 달성하도록 구성되는 가스 전달 시스템을 제공하는 전반적인 목적이 간과되어서는 안 된다. 가스 분배용 반경방향, 스포크 형 오리피스 배열체를 구비한 하부 다기관의 경우에, 개개의 오리피스들 사이의 감소된 공간은 전체 배열체에서 보다 많은 스포크를 구비하여 포함할 수 있다. 보다 적은 수의 개개의 오리피스가 갖는 보다 넓은 공간은 하부의 가스 분배 배열체의 아암을 따른 전구체 가스의 원하지 않는 혼합을 위한 보다 적은 기회를 제공하여 오염 입자의 전반적인 형성을 감소시킨다.
- [0034] 도 2에 도시된 바와 같은, 다기관(32)은 각각의 다기관의 개별 구멍으로부터 가스 주입 방향으로 축(Z)을 따라서 다기관(30)으로부터 배치된다. 따라서, 여러 다기관으로부터의 여러 전구체 가스의 순환은 분배 판(40)의 면판(38)을 따라서 전구체의 임의의 원하지 않는 혼합을 야기하지 않는다. 이는 통상적인 샤워헤드의 이용보다 시스템(28)을 사용하는 시스템의 필름 중착 특성을 개선시킨다.
- [0035] 도 3은 가스 분배 시스템(28)의 등축도이다. 상부 다기관은 면판(38) 내의 다중 관통-구멍(36)을 구비한 상대적인 평면 분배 판(40)으로 구성되어 전구체 증기 및 퍼지 가스가 반응기(도시되지 않음)에 유입될 수 있게 한다. 하부 다기관(32)은 중앙 입구(50)에 연결되는 반경방향 판(48)의 배열로서 구성된다. 판(48)은 전구체 및 퍼지 가스의 균일한 전달을 위해 제공되는 일련의 출구 구멍(본 도면에 상세하게 도시되지 않음)을 갖는다. 판(48)은 평면 분배 판(40)의 반경에 대해서 축선 대칭으로 분포되는 하나 이상의 도관으로서 편성될 수 있다.
- [0036] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라서 구성되는 가스 분배 시스템을 구비한 ALD 반응기(52)의 예를 도시하는 도면이다. 본 절단면도에서, 웨이퍼(54)는 가스 분배 시스템(28) 아래의 서셉터(56)(Z 축을 따라서 수직 이동가능 할 수 있으며 히터를 포함할 수 있음)상에 위치된다. 가스 분배 시스템(28)은 반응기(52)용 리드 조립체의 일부 일 수 있으며, 상기 조립체로부터 분리될 수 있다. 전술된 바와 같이, 가스 분배 시스템은 상류방향 공급원으로부터 전구체(A)를 수용하도록 구성되는 상부 다기관(30) 및 분리된 상류방향 공급원으로부터 전구체(B)를 수용하도록 구성되는 하부 다기관(32)을 포함한다. 각각의 다기관은 퍼지 가스를 수용하도록 구성될 수도 있다. 다기관(30)은 기판(54)을 향해 면판(38) 내의 구멍(도면에 도시되지 않음)을 통해 전구체(A)를 분포하면서, 다기관(32)은 기판(54)을 향해 반경방향 아암(48) 내의 구멍(도면에 또한 도시되지 않음)을 통해 전구체(B)를 분포한다. 반경방향 아암은 중앙 입구(50)를 통해 공급된다. 다기관(32)은 기판(54)을 향해 거리 "d"로 가스 주입 축(Z 축)을 따라서 다기관(30)의 면판(38) 아래에 배치된다.
- [0037] 도 5는 다중 웨이퍼 또는 기판(60)이 단일 반응기(52) 내에 수용되는 전술된 시스템의 변형을 도시하는 도면이다. 웨이퍼(60)는 선형 배열(56') 상에서 지지될 수 있다. 이와 달리, 웨이퍼는 회전식 원형 컨베이어(carousel)와 유사한 반경방향 배열 내에 놓일 수 있다. 따라서 웨이퍼(60)는 원형 지지 부재의 중심에 대해 반경방향을 따라서 정렬될 수 있다. 이러한 형태의 다중 웨이퍼 반응기는 후방 중착이 허용될 수 있는 경우(또는 그렇지 않으면 보충될 수 있는 경우에)에 이용될 수 있으며, 전반적인 수율을 개선시킬 수 있다. 유사하게, 반응기(52)와 같은 반응기는 스탠드 얼론 공구(stand-alone tools) 또는 다중 단일 웨이퍼 또는 클러스터 공구로 이용하도록 구성될 수 있다.

- [0038] 중요하게, 하부 다기관(48)은 도면에 도시된 바와 같이 반경방향 스포크 구성을 가질 필요가 없다. 일부 경우에, 하부 다기관은 포인트 공급원(point source)(즉, 대체로 원형 또는 다른 단면을 갖는 가스 오리피스)일 수 있다. 이와 달리, 하부 다기관(48)은 평면(또는 상대적으로 평면) 공급원일 수 있으며, 공급원은 오목 단면, 또는 여러 길이의 스포크를 갖는 반경방향 스포크 구성을 갖는다. 게다가, 하부 다기관(48)은 도면에 도시된 것보다 상대적으로 작거나 클 수도 있다. 즉, 하부 다기관(48)은 기관(54)보다 크거나 동일한 직경을 가질 수 있거나 도시된 바와 같이 기관 보다 크거나 작은 직경을 가질 수 있다.
- [0039] 더욱이, 전구체(B)는 단일, 중앙 공급 라인을 통해 하부 다기관(32)에 공급될 필요가 없다. 대신에, 일부 구성은 측면 라인 또는 다른, 비 중앙 축선-대칭 공급 라인 또는 라인을 통해 오리피스 배열체에 공급되는 전구체(B)를 가질 수 있다. 외부 가스 공급원으로부터 이러한 가스 공급 라인의 상세한 설명은 본 발명에서 중요하지 않다.
- [0040] 본 발명의 일 실시예에서, 다기관(30)의 면판(38)은 증착이 발생할 수 있는 기관(54)의 표면 상으로부터 "L" 거리에 위치된다. 실제로, "L"은 기관(54)의 표면으로부터 면판(38)에 의해 형성되는 의도된 평면의 평균 거리이며, 면판(38) 상의 임의의 지점의 개별 거리는 상기 표면으로부터 거리 "L±81"이며, 이는 면판 표면 및 기관(54)의 표면 내의 비균일성 때문이다. 바람직하게, 전구체(A) 가스가 반응기(52)로 관통하여 도입되는 면판(38) 내의 구멍은 서로 0.2 내지 0.8 배의 L±81 거리로 이격될 수 있다. 다른 실시예에서, 다기관(32) 내의 구멍은 서로 0.1 내지 2 배의 L±81 거리로 이격될 수 있다. 후자의 공간은 다기관(32)의 여러 반경방향 아암(48)의 선택되는 위치설정을 통해서 달성될 수 있다.
- [0041] 게다가, 하부 다기관(32)에서 기관(54)의 표면으로의 거리는 L의 일부일 수 있다. 본 발명의 여러 실시예에서, 거리는 0.3 내지 0.9 \* L일 수 있으며, 일 실시예에서 실제로 감소되는 거리는 0.7L일 수 있다. 통상적으로 L은 약 1 인치일 수 있다.
- [0042] 본 발명의 가스 분배 조립체가 이용될 수 있는 통상적인 ALD 공정 중에, 다기관(30)은 퍼지 가스가 유동되지만, 다기관(32)은 반응 전구체(B)가 유동된다. 공정의 다음 단계에서, 다기관(30, 32) 모두는 반응기(52)로부터 임의의 비반응 전구체를 제거하는데 조력하기 위해 퍼지 가스가 유동된다. 미사용 전구체 및 퍼지 가스는 펌핑 구성부(도시되지 않음)를 통해 반응기(52)로부터 배출된다. 다음, 전구체(A)는 다기관(30)을 통해 도입되고, 퍼지 가스는 다기관(32)를 통해 유동할 수 있다. 결국, 다기관(30, 32) 모두는 임의의 비반응 전구체를 제거하는데 조력하기 위해서 퍼지 가스를 유동시킨다. 전구체 및 퍼지 가스의 유동은 전구체가 가스 상으로 혼합되지 않게 하면서 기관(54)이 각각의 전구체에 순차적으로 노출되게 하는 증착 공정을 통해 이러한 방식으로 교체될 수 있다.
- [0043] 전술된 공정은 복수의 관통 구멍을 구비한 평판을 통해 반응 종들 중 하나의 반응종을 도입시킴으로써 전구체 증기의 균일한 전달을 허용하며, 제 2 반응종은 중앙에 위치된 입구로부터 외측 반경 방향의 도관 세트를 통해 도입된다. 도관은 평판과 기관 사이에 있도록 위치된다. 이는 두 개의 반응종들의 전달을 제공하면서 화학물질(chemicals)들 사이의 열적, 물리적 분리를 유지시킨다.
- [0044] 일부 ALD 공정에서, ALD 반쪽 반응들중 하나의 반응은 약한 포화(soft saturating)일 것이며 나머지 반응들은 그렇지 않다. 이러한 경우에, 상부 다기관을 통하여 약한 포화 관련 전구체를 도입시키는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 약한 포화 반응 관련 전구체는 보다 균일한 분포일 수 있으며, 상부의 상대적으로 평면 가스 오리피스 배열체를 통해 도입되어 달성될 수 있기 때문이다. 대조적으로, ALD 공정에서의 강한 포화 반쪽 반응(strongly saturating half-reaction) 관련 전구체는 하부 다기관과 같은 비균일 가스 오리피스를 통한 분포에 상대적으로 영향을 받지 않을 수 있다. 그러나, 이는 상대 가스 유동률이 고려될 수도 있으므로, 항상 그렇지는 않다.
- [0045] ALD 공정 이외에, 본 발명은 CVD 및/또는 펠스화-CVD 공정과 관련하여 이용될 수 있다. 통상적인 CVD 공정에서, 다기관(30, 32) 모두는 퍼지 가스 및/또는 (잠재적으로 개개의 캐리어 가스를 갖춘) 전구체를 유동시킬 수 있다. 원하는 증착이 달성될 때, 반응 전구체의 유동은 정지될 수 있으며, 하나의 또는 모두의 다기관(30, 32)은 퍼지 가스를 유동시켜 임의의 잔여 전구체를 반응기(52)로부터 제거하는데 조력한다.
- [0046] 펠스화-CVD 공정에서, 제 1 전구체 및 캐리어 가스는 다기관(30)을 통해 계속적으로 도입될 수 있으며, 제 2 전구체는 하부 다기관(32)을 통해 펠스화 방식으로 도입된다. 바람직하게, 하부 다기관을 통해 도입되는 전구체는 CVD 공정 중에 주요 표면 반응을 갖는 하나의 전구체일 수 있다. 전과 같이, 원하는 증착이 달성되면, 미사용 전구체 및 퍼지 가스는 반응기(52)로부터 배출되면서 하나 또는 두 개의 다기관을 통해 퍼지 가스를 유동시

킨다.

[0047] 다른 실시예에서, 두 개의 다기관은 반응 전구체, 전구체 및 캐리어 가스, 및/또는 퍼지 가스를 ALD, CVD 또는 다른 공정에서 여러 시간으로 다양하게 유동시키기 위해서 작동될 수 있어서 반응기 내의 기관 상에 원하는 증착을 달성시킨다. 예를 들어, 전구체가 (캐리어 가스를 구비하거나 구비하지 않고) 상부 다기관을 통해 도입되면서, 하부 다기관은 (고유 캐리어 가스를 구비하거나 구비하지 않고) 제 2 전구체를 도입시키는데 이용될 수 있다.

[0048] 따라서, 별개의, 물리적으로 분리되는 공급 오리피스로 구성되어 전구체 증기 및 불활성 가스를 기관 상에 공급하는 가스 분배 시스템이 기재되어 있다. 별개의 가스 공급원은 하나의 오리피스가 기관과 다른 오리피스 사이에 위치되도록 지향된다. 이는 전구체 증기 및 불활성 가스가 인접 오리피스를 통해 주입될 때, 통상적인 샤큐헤드를 구비하여 종종 관찰되는 가스 순환을 방지하며, 전구체 및 퍼지 가스가 단일 오리피스를 통해 도입될 때 종종 관찰되는 조기 반응을 방지한다. 본 발명에 따라 구성되는 통상적인 샤큐헤드 가스 분배 시스템과 달리 다르게 전술되는 샤큐헤드 가스 분배 시스템은 분리된 가스 다기관의 출구 오리피스들 사이에 가스 순환 영역을 제공하지 않는다. 이는 정화(purging)를 개선하며 원하지 않는 필름 증착 또는 입자 형성을 야기할 수 있는 가스-상 혼합 및 동요를 최소화시킬 수 있다.

[0049] 단일 평판으로 속박되지 않는 분리된 가스 공급 오리피스의 이용이 각각의 전구체 다기관의 크기 및 형상을 설계하는데 보다 많은 특권(freedom)을 허용한다는 점이 전술된 내용으로부터 명백할 수 있다. 모두의 전구체 다기관은 통상적인 샤큐헤드 내에서와 같이, 동일한 수평면 내에 출구 오리피스를 구비하여 속박될 때, 설계자는 전구체 모두에 있어서 최적 유동 균일성을 달성할 수 없다. 최소로, 설계자는 균일한 유동을 달성하는 가스 유동 통로 및 복합 다기관에 의지할 수 있다. 그러나, 본 발명에 따라서, 전구체 다기관을 동일 평면에 있지 않은 별개의 오리피스로 분리시킬 때, 단일 가스 유동 통로를 갖추어 가스 유동 균일성을 달성하는 것이 더 용이하다. 물론, 본 발명은 특정 실시예를 참조하여 기재되었지만, 이러한 예는 다음의 청구범위에 설명된 바와 같이 본 발명의 보다 광범위한 범위를 제한하는데 이용되어서는 안 된다.

### 발명의 효과

[0050] 원자 층 증착용 가스 분배 시스템, 또는 기상 전구체가 상류방향 공급원으로부터 기관 위의 반응 공간으로 수송되는 화학 증착 처리 시스템을 제공하여, 시스템의 필름 증착 특성을 개선시킨다.

### 도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 단일 평면 내에 출구 구멍을 갖춘 가스 통로를 구비한 통상적인 샤큐헤드가 이용될 때 발생할 수 있는 원하지 않는 가스 순환 및 혼합의 예를 도시한 도면.

[0002] 도 2는 가스 통로 출구 구멍을 가스 주입 축선에 의해 형성되는 축선을 따라서 서로 변위되는 분리된 평면 내측으로 배치시킴으로써 원하지 않는 가스 순환 및 혼합을 방지하거나 감소시키도록 본 발명의 실시예에 따라 구성되는 샤큐헤드의 예를 도시한 도면.

[0003] 도 3은 반경 방향 스포크 가스 주입 도관이 평면 가스 분배 판 아래에 변위되는 본 발명의 실시예에 따라 구성되는 샤큐헤드의 예를 도시한 도면.

[0004] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 구성되는 가스 분배 시스템을 구비하는 ALD 반응기의 예를 도시한 도면.

[0005] 도 5는 다중 웨이퍼가 단일 반응기 내에서 처리되는 도 4에 도시된 ALD 시스템의 변형을 도시한 도면.

[0006] ※ 도면의 주요 부분에 대한 도면 부호의 설명 ※

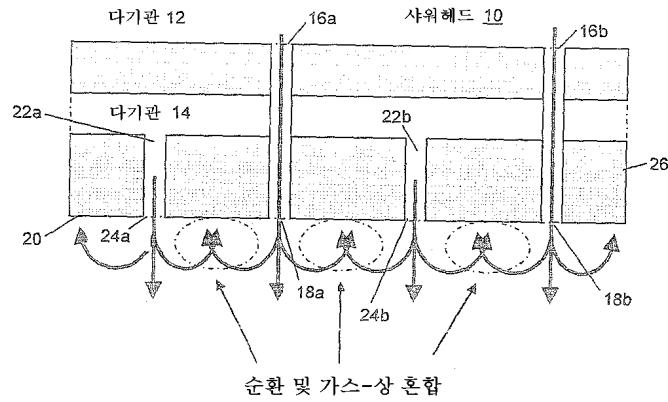
[0007] 28 : 가스 분배 시스템                    30, 32 : 다기관

[0008] 34a-34d : 가스 통로                    36a-36d : 구멍

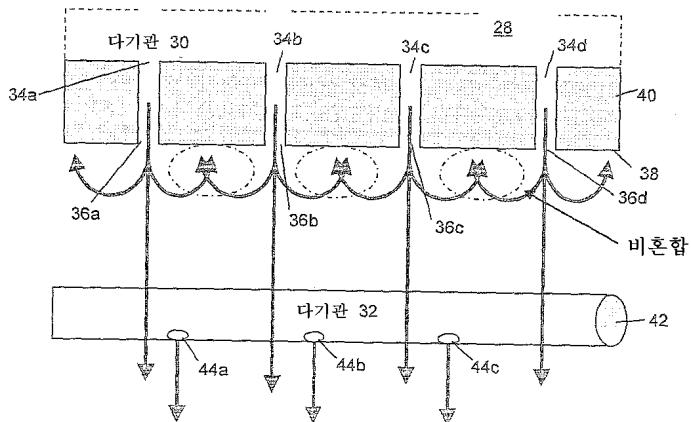
[0009] 38 : 면판                                  40: 분배 판

## 도면

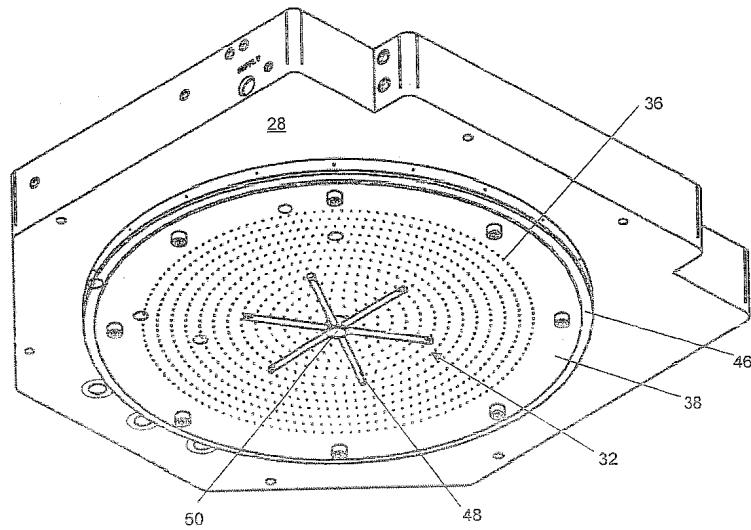
## 도면1



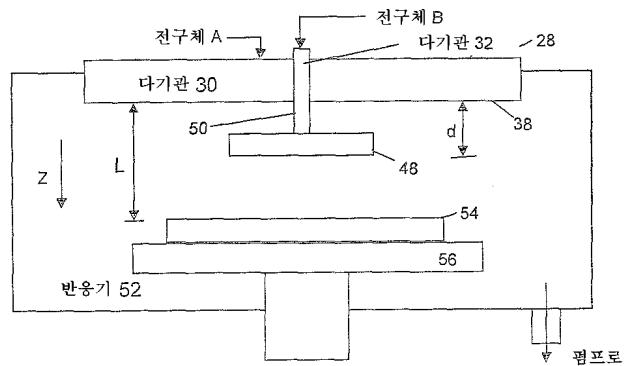
## 도면2



## 도면3



도면4



도면5

